

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Aspectos da abundância de cinco grupos de insetos nos fitotelmatas de duas espécies de bromélias com arquiteturas foliares distintas, em área de restinga no norte da Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil

Trabalho de Conclusão do Curso de Ciências Biológicas

Acadêmico: Fernando Taufik Name

Orientador: Prof. Dr. Carlos Brisola Marcondes

Em memória de minha mãe, por tanta dedicação para eu chegar aqui;
certamente não pode me ver, mas estaria muito orgulhosa.

Para minha esposa Aline, por trilhar comigo caminhos tão difíceis;
pode me ver, e certamente está muito orgulhosa.

Índice

Resumo	4
Introdução	6
Objetivos	10
Materiais e Métodos	11
Resultados	16
Discussão	22
Conclusões	26
Referências bibliográficas	27

Resumo

Os insetos formam um grupo vasto, com muitas espécies de reprodução aquática. Entre os ambientes aquáticos utilizados para reprodução pelos insetos, estão os fitotelmata – águas pluviais retidas em estruturas vegetais. O tanque formado pelas folhas das bromélias (Bromeliaceae) é um tipo de fitotelmata onde comumente ocorrem formas imaturas de insetos – entre os quais das ordens Diptera (moscas e mosquitos) e Odonata (libélulas). Em Diptera, Culicidae e Chironomidae são os mais representativos em ambientes bromelícolas. Em Odonata, representantes de Coenagrionidae são os mais comuns em bromélias. No presente estudo, 100 bromélias foram coletadas ao longo de um ano, para análise do conteúdo faunístico de seus fitotelmata: 50 *Vriesea friburgensis* e 50 *Aechmea lindenii*. Também foram obtidos os valores dos volumes de água retidos nos tanques das bromélias, número de folhas e comprimento da maior folha. Imaturos de Culicidae, Chironomidae e Coenagrionidae foram capturados, fixados e quantificados. Utilizou-se o teste não-paramétrico de correlação linear de Spearman para verificar se tamanho das plantas e quantidade de folhas foram positivamente relacionadas aos volumes de água. O mesmo teste verificou se as abundâncias das três famílias de insetos (Chironomidae dividido em três subfamílias) foram positivamente relacionadas aos volumes de água. Utilizou-se o teste não-paramétrico de Mann-Whitney para a comparação entre as abundâncias de cada família, nas duas espécies de bromélias. Houve correlação entre tamanho das plantas, quantidade de folhas e volumes de água retidos nos tanques das duas espécies de bromélias. Houve correlação entre as abundâncias de Coenagrionidae e Culicidae com o volume de água em *V. friburgensis*, mas não em *A. lindenii*. O resultado talvez se deva às condições de desenvolvimento encontradas pelos imaturos em *V. friburgensis*, somadas à preferência das libélulas e algumas espécies de mosquitos por esta bromélia. Não houve correlação entre as abundâncias das três subfamílias de Chironomidae com o volume de água, nas duas espécies de bromélias. Por seus hábitos alimentares, esta família parece não ser mais abundante onde há maior diluição dos detritos e outros recursos. As abundâncias de Coenagrionidae foram significativamente maiores em *V. friburgensis* do que em *A. lindenii*. As abundâncias das duas outras famílias de insetos não apresentaram diferença significativa, entre as duas espécies de bromélias. A maior abundância de Coenagrionidae em *V. friburgensis* pode ser resultado da arquitetura foliar desta bromélia, que forma múltiplos tanques onde a competição torna-se menor.

Palavras-chave: imaturos; reprodução; Coenagrionidae; Culicidae; Chironomidae; tanque.

Introdução

A importância dos insetos como vetores de doenças e como bioindicadores tem justificado seu estudo por muitos pesquisadores. Nas regiões intertropicais e subtropicais, a oferta de recursos alimentares, as temperaturas e a ampla oferta de cobertura florística e de coleções de corpos d'água somam condições para a proliferação destes animais. Há ordens de Insecta que apresentam imaturos aquáticos, ocorrendo pelo menos seis delas (Diptera, Odonata, Coleoptera, Plecoptera, Hemiptera e Trichoptera) nos fitotelmatas produzidos pelas bromélias (FRANK & LOUNIBOS 2009). O termo fitotelmata designa o ambiente criado pela retenção de água por estruturas vegetais (KITCHING 2000). Entre os tipos de fitotelmatas, estão os tanques formados pelas axilas foliares das bromélias (Bromeliaceae). Nestes locais, a co-ocorrência de diversos grupos faunísticos, a presença de unicelulares produtores primários ou decompositores e a matéria orgânica sedimentar condicionam a formação de cadeias tróficas complexas.

A família das bromélias é composta por três subfamílias (Pitcairnioideae, Bromelioideae e Tillandsioideae), 60 gêneros e aproximadamente 2900 espécies descritas (HOLST & LUTHER 2004; FRANK & LOUNIBOS 2009). Estas plantas são nativas do sul dos Estados Unidos ao sul da Argentina, ocorrendo entre 0 m e 1200 m de altitude, abundantes em florestas abertas, preservadas e úmidas (PADILLA 1973). Há uma espécie de bromélia nativa da África Ocidental – *Pitcairnia feliciana* (KITCHING 2000). São plantas capazes de reterem água das chuvas por longos períodos de tempo em suas axilas foliares, formando reservatórios, onde prolifera fauna de invertebrados (LOVOZEI & SILVA 1999). Nas axilas foliares das bromélias, Diptera é o grupo faunístico mais abundante, com imaturos de pelo menos 16 famílias relatadas usando-as como criadouro (KITCHING 2000). Embora classificadas botanicamente como plantas herbáceas terrestres, podem ser epífitas, principalmente sob o dossel de florestas tropicais (KITCHING 2000). Nas áreas de restinga da Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil, *Vriesea friburgensis* Mez e *Aechmea lindenii* (E. Morren) Baker var. *lindenii* são comuns, ambas de hábito predominantemente terrestre (REITZ 1983). As folhas da primeira formam um tanque central pequeno e vários tanques adjacentes. A segunda bromélia apresenta folhas que formam um grande e único tanque central. As diferentes arquiteturas foliares das bromélias podem influenciar os padrões

de ocorrência de grupos de insetos nos fitotelmata, como verificado para Culicidae por Müller & Marcondes (2006). A ocorrência de fauna associada a bromélias baseia-se em uma das quatro possibilidades: aquário, uso da água do fitotelmata para consumo ou como local de predação para visitantes, uso da *terraria* (folhas mais externas e secas) como morada ou abrigo, alimentação direta da própria planta (FRANK & LOUNIBOS 2009).

Das ordens de insetos com reprodução no fitotelmata bromelícola, Diptera e Odonata (além de Coleoptera) são as mais freqüentes (GREENEY 2001). Moscas e mosquitos (Diptera) são os principais vetores de doenças que acometem humanos (REY 1991; FURIERI 2004). Libélulas (Odonata) são predadores generalistas, com preferência por mosquitos (QUIROZ-MARTÍNEZ *et al.* 2005). As náíades, em poucas semanas de desenvolvimento, já se alimentam de larvas de Culicidae e Chironomidae (FINCKE *et al.* 1997).

Em Diptera, Chironomidae apresenta indivíduos que não picam (*non-biting midges*). A distribuição da família é cosmopolita, com registro inclusive na região Antártica. Há mais de 350 gêneros válidos no mundo, abrigando cerca de 20000 espécies; no Brasil, estima-se a ocorrência de 1500 espécies (TRIVINHO-STRIXINO 2011). Onze subfamílias atualmente compõem Chironomidae, das quais Chironominae, Tanytopodinae, Orthocladiinae e Podonominae habitam fitotelmata – sendo as três primeiras mais representativas e possivelmente as mais diversas entre as onze (KITCHING 2000). Representantes das quatro subfamílias que ocorrem em fitotelmata podem ser encontrados no Brasil (TRIVINHO-SIXTRINO 2011). Nas comunidades formadas entre as axilas foliares das bromélias, quironomídeos imaturos podem exercer influência expressiva na cadeia trófica, por suas grandes populações, diversidade e por serem elos de ligação entre produtores e consumidores secundários (TOKESHI 1995; HENRIQUES-OLIVEIRA *et al.* 2003). *In vitro*, a preferência de náíades de Odonata por Chironomidae a Culicidae foi verificada (QUIROZ-MARTÍNEZ 2005 *et al.*). Segundo Kitching (2000), a importância dos quironomídeos ainda é subestimada em ambientes de fitotelmata, dada a grande freqüência com que ocorrem e a ampla distribuição pelo mundo. Contudo, os conhecimentos sobre a família têm aumentado nos últimos anos, propiciando aos pesquisadores múltiplas descrições de espécies (FRANK & LOUNIBOS 2009).

Ainda em Diptera, Culicidae apresenta 3600 espécies, distribuídas em 40 gêneros (FORATTINI 1996). Muitas espécies destes mosquitos utilizam as bromélias

para oviposição e desenvolvimento larval, sendo neste estágio participantes ativos das comunidades onde estão inseridos (FORATTINI 1996). Há grande quantidade de estudos sobre culicídeos relacionados a bromélias, pela ocorrência de mosquitos vetores de agentes etiológicos nestes criadouros (V AREJÃO *et al.* 2005). Pelo menos 42 subgêneros de Culicidae utilizam estruturas vegetais contendo água como criadouro, sendo 12 em bromélias (KITCHING 2000). Bromélias podem abrigar, entre inúmeras espécies de importância epidemiológica, *Anopheles (Kerteszia) cruzii* (REITZ 1983; MÜLLER & MARCONDES 2007) e *Aedes albopictus* (LOUNIBOS 2003), transmissores dos agentes etiológicos de malária e dengue, respectivamente. Apesar das atenções serem voltadas ao aspecto de saúde pública relacionada aos mosquitos, ecologicamente Culicidae tem um papel de destaque em ambientes (e estudos) de fitotelmata. *Culex (Microculex)* não apresenta importância médica e *Wyeomyia (Phoniomyia)* é apontado como vetor de alguns arbovírus (CORREA & RAMALHO 1956; MÜELLER & MARCONDES 2006). No entanto, ambos os subgêneros são representativos em florestas úmidas e restingas – sendo *Culex (Microculex)* um dos mais abundantes em bromélias de solo e *Wyeomyia (Phoniomyia)*, um dos mais comuns em matas litorâneas (CORREA & RAMALHO 1956).

Odonata é dividida em três subordens, sendo uma endêmica da Ásia (Anisozygoptera) (SOUZA *et al.* 2007). Segundo Davies & Tobin (1984 e 1985), no mundo há cerca de 5600 espécies de Odonata. Na região neotropical, o número de espécies é de cerca de 1650 – das quais 800 estão no Brasil, distribuídas em 14 famílias e 128 gêneros (SOUZA *et al.* 2007). As náíades de Odonata têm seu desenvolvimento em corpos d'água lóticos ou lênticos, além de ambientes especiais como fitotelmatas (SOUZA *et al.* 2007). A anatomia labial dos imaturos de Odonata torna-os excelentes predadores, alimentando-se de animais como oligoquetos, insetos, peixes e anfíbios imaturos (KITCHING 2000). Coenagrionidae (subordem Zygoptera) são os odonatos mais frequentes em bromélias (GREENEY 2001), dos quais o gênero *Leptagrion* é intimamente associado a estas plantas e está presente em muitos ecossistemas da América do Sul (WILLIANSOM 1917; SANTOS 1968; SANTOS 1979; LOUNIBOS *et al.* 1987; FURIERI 2004). Por sua relação com as bromélias, *Leptagrion* já teve duas espécies na lista de risco de extinção do IBAMA de 1992 (*L. dardanoi* Santos, 1968 e *L. siqueirai* Santos, 1968). Na lista de risco de extinção do IBAMA de 2003, figura *L. acutum* Santos, 1961. Invasão por espécies vegetais exóticas, avanço imobiliário e criação de gado impactam ecossistemas como a restinga (SCHERER 2005). Estes

impactos modificam ou eliminam muitos habitats, como os das espécies de *Leptagrion*, por exemplo.

Na literatura, grande parte dos estudos de fauna associada a bromélias é registrada em matas úmidas. A restinga e sua fauna requerem mais esforços de pesquisa, uma vez que há grande interação das populações humanas com este ambiente, no Brasil. Ecologicamente, as restingas englobam as comunidades vegetais e animais do litoral arenoso (WAECHTER 1985). Não há uma definição geológica restrita para este ambiente (FALKENBERG 1999), mas no sul do Brasil normalmente as restingas estão associadas a lagoas costeiras e apresentam fisionomias vegetais variadas (RAMBO 1956). Entre as atribuições dadas à restinga, estão a manutenção da drenagem natural do solo e a preservação das faunas residente e migratória (FALKENBERG 1999).

Objetivos

Objetivo geral

O presente trabalho tem como principal objetivo explorar aspectos do padrão das abundâncias encontradas de imaturos de Coenagrionidae, Culicidae e Chironomidae nas bromélias *Vriesea friburgensis* e *Aechmea lindenii*, em área de restinga.

Objetivos específicos

- Quantificação dos imaturos de Coenagrionidae, Culicidae e Chironomidae (subdivididos em Chironominae, Tanypodinae e Orthocladiinae) capturados em *V. friburgensis* e *A. lindenii*, ao longo de um ano.
- Verificação da existência de correlação entre os volumes de água contidos nos tanques das bromélias com o tamanho das mesmas.
- Verificação da existência de correlação entre as abundâncias dos grupos de insetos com os volumes de água presentes nos tanques das bromélias.
- Comparação entre as abundâncias de cada família de insetos em cada uma das espécies de bromélia.

Materiais e Métodos

Local de coleta

As coletas de material foram feitas na área de restinga do lado sul da praia do Santinho, costa norte do município de Florianópolis, SC. Foram realizadas dez saídas a campo, no período entre julho de 2008 e julho de 2009, sendo coletadas dez bromélias a cada saída (cinco *Vriesea friburgensis* e cinco *Aechmea lindenii*) para análise em laboratório (Laboratório de Entomologia Médica, MIP, UFSC).

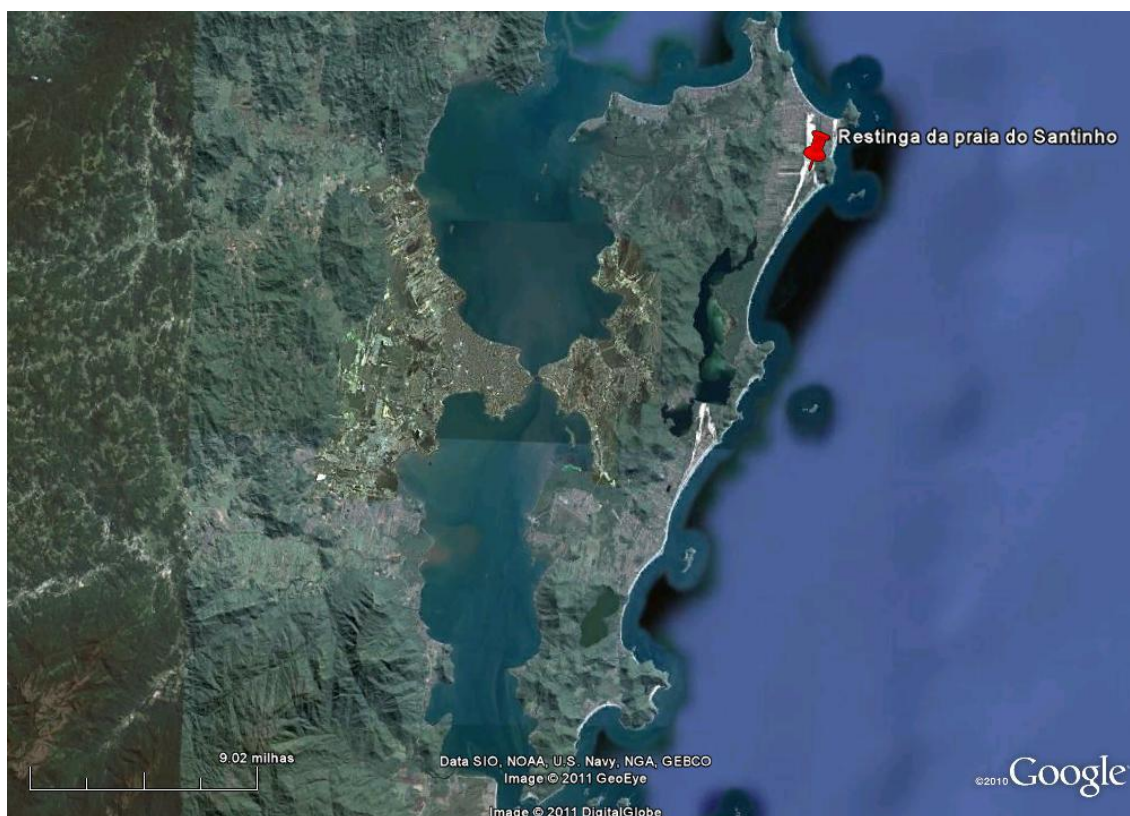


Fig. 1. Mapa da Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil, indicando a área de coleta, na restinga da praia do Santinho, com destaque em vermelho (Fonte: GoogleEarth)



Fig. 2. Aspecto da vegetação na área de restinga arbórea da praia do Santinho, Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil



Fig. 3. Trecho da trilha de acesso aos locais onde foram realizadas as coletas das duas espécies de bromélias, ao longo de um ano, para o presente trabalho

Procedimentos em campo

Nas saídas a campo, as bromélias foram escolhidas de acordo com um tamanho médio aproximado, visando a equiparar a capacidade de armazenamento de água. Houve uma preocupação especial a respeito das bromélias a serem coletadas, para não retirá-las do ambiente de modo a criar clareiras onde havia agregações. A densidade populacional das plantas é um fator que influencia na preferência de oviposição de alguns grupos da fauna, o que é afirmado em alguns estudos acadêmicos (FURIERI 2004). Também foram escolhidas as plantas sem inflorescência.

Cada bromélia coletada tinha seu conteúdo fitotelmático vertido sobre uma bandeja branca, onde era feita uma rápida seleção dos maiores indivíduos (principalmente imaturos de cenagrionídeos e de culicídeos, eventualmente aranhas adultas, por serem todos potenciais predadores), sendo colocados vivos em tubos “falcon” individuais, identificados. O volume de água era medido em mililitros e este conteúdo era guardado em potes identificados. A bromélia coletada era guardada em saco de plástico grosso, identificado. Após todas as bromélias serem coletadas de acordo com este procedimento, o material era levado ao laboratório para análise.



Fig. 3. As fotografias mostram as duas espécies de bromélias coletadas para análise da fauna associada. É possível perceber a distinção entre as arquiteturas foliares de *Vriesea friburgensis* (acima) e *Aechmea lindenii* (abaixo)

Procedimentos em laboratório

Em laboratório, o primeiro material analisado era o conteúdo do fitotelmate separado no campo, para diminuir a possibilidade de predação no interior dos potes. Aos poucos, o material era vertido em placa de Petri e analisado sob microscópio estereoscópico (marcas e modelos – Leica MZ6, Callmex Q740SZ); todo indivíduo encontrado era pinçado ou sugado com conta-gotas e imediatamente fixado em etanol 70°GL. Assim que o conteúdo dos potes era totalmente triado, as bromélias eram desfolhadas e suas folhas cuidadosamente lavadas sobre bandeja branca, para remoção dos indivíduos nelas colabados; o líquido resultante na bandeja era então colocado nos mesmos potes plásticos identificados, recomeçando o trabalho de triagem e fixação. Os indivíduos selecionados previamente no campo também eram fixados. As folhas das bromélias eram contadas e era medido o comprimento da maior delas, admitindo-se a proporcionalidade entre o tamanho da bromélia e esta medida.

A identificação dos indivíduos chegou aos níveis taxonômicos de gênero, para as náíades, subfamília para as larvas de *non-biting midges* e família para as larvas de mosquitos – porém, para comparação das abundâncias nas duas espécies de bromélias e para padronizar a discussão, todos foram nivelados pelo nível taxonômico mais alto.

Testes estatísticos

Os testes estatísticos e os *softwares* de estatística (entre parênteses) utilizados foram:

- Coeficiente de correlação de Spearman (BioEstat 5.0). Teste não-paramétrico que descreve a relação entre duas variáveis, sem fazer nenhuma suposição entre a distribuição das frequências. Correlação apresenta significância para $p < 0,05$.

Aplicado para apontar correlação entre as variáveis: quantidade de folhas, tamanho da bromélia (comprimento da maior folha), abundâncias de Culicidae, Coenagrionidae, Chironominae, Tanypodinae e Orthocladiinae, com os volumes de água retidos nos tanques das bromélias.

- Mann-Whitney (Statistica 7.0). Teste não-paramétrico que analisa a diferença entre as medianas das variáveis. Resultados apresentam diferenças significativas para $p < 0,05$.

Aplicado para mensurar comparativamente as abundâncias de Coenagrionidae, Culicidae e Chironomidae nas duas espécies de bromélias.

Todas as náíades capturadas para o presente trabalho foram do gênero *Leptagrion* Selys, 1876 (Coenagrionidae), sendo as primeiras identificações feitas pela prof^a. Dr^a. Janira Martins Costa, do Museu Nacional do Rio de Janeiro. Nas identificações posteriores admitiu-se tal fenótipo macroscópico como sendo correspondente ao gênero. Para a identificação dos imaturos de Culicidae foi usada a chave dicotômica contida em COSTA (2006). Para a identificação dos imaturos de Chironomidae e sua distribuição em três subfamílias foi usado o Guia on-line de identificação de Larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo (PINHO 2008). Para a identificação das espécies de bromélias foram usadas as descrições e pranchas contidas em REITZ (1983).

Resultados

Foram coletados 1054 imaturos das três famílias de insetos consideradas – 552 em *V. friburgensis* e 502 em *A. lindenii*.

O Quadro 1 apresenta as abundâncias encontradas das três famílias de insetos em cada espécie de bromélia, sendo Chironomidae representado por três subfamílias. O Quadro 2 apresenta os números mínimo, máximo e a média de folhas de cada espécie de bromélia; também os valores mínimo, máximo e a média do volume de água de seus fitotelmatas.

Quadro 1. Abundâncias de imaturos de cinco grupos de insetos capturados em fitotelmatas de *V. friburgensis* e *A. lindenii* ao longo de um ano, em área de restinga arbórea na Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil

	Coenagrionidae	Culicidae	Chironominae	Tanypodinae	Orthoclaadiinae
<i>V. friburgensis</i>	57	87	197	124	37
<i>A. lindenii</i>	28	71	275	85	93
Total	85	158	472	209	130

Quadro 2. Valores mínimos, máximos e médias aritméticas para as quantidades de folhas e volume de água retido nos tanques foliares de *V. friburgensis* e *A. lindenii*, ao longo de um ano, em área de restinga arbórea na Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil

	Quant. mínima de folhas	Quant. máxima de folhas	Média da quant. de folhas	Volume mínimo de água (ml)	Volume máximo de água (ml)	Média do volume de água (ml)
<i>V. friburgensis</i>	13	36	24,3	60	500	158,3
<i>A. lindenii</i>	10	22	15,1	25	400	157,6

Correlação entre: quantidade de folhas, tamanho da planta e abundâncias de cinco grupos de insetos, com o volume de água do fitotelmata em *V. friburgensis*

Quadro 3. Teste de correlação de Spearman entre o volume de água do fitotelmata de *V. friburgensis*, quantidade de folhas, tamanho da planta e as abundâncias de imaturos de cinco grupos de insetos a ela associados

Variáveis	Resultados	Correlação e Significância
Volume de água x qtde. de folhas	$r_s = 0,1268$ ($p = 0,5201$)	Não há correlação
Volume de água x tam. planta	$r_s = -0,0611$ ($p = 0,7576$)	Não há correlação
Volume de água x Odonata	$r_s = 0,03865$ ($p = 0,0421$)	Há correlação significativa
Volume de água x Culicidae	$r_s = 0,4495$ ($p = 0,0164$)	Há correlação significativa
Volume de água x Chironominae	$r_s = 0,1791$ ($p = 0,2751$)	Não há correlação
Volume de água x Tanypodinae	$r_s = 0,0733$ ($p = 0,6529$)	Não há correlação
Volume de água x Orthoclaadiinae	$r_s = 0,1721$ ($p = 0,2883$)	Não há correlação

Correlação entre: quantidade de folhas, tamanho da planta e abundâncias de cinco grupos de insetos, com o volume de água do fitotelmata em *A. lindenii*

Quadro 4. Teste de correlação de Spearman entre o volume de água do fitotelmata de *A. lindenii*, quantidade de folhas, tamanho da planta e as abundâncias de imaturos de cinco grupos de insetos a ela associados

Variáveis	Resultados	Correlação e Significância
Volume de água x qtde. de folhas	$r_s = 0,3656$ ($p = 0,0203$)	Há correlação significativa
Volume de água x tam. planta	$r_s = 0,2272$ ($p = 0,1584$)	Não há correlação
Volume de água x Odonata	$r_s = 0,0424$ ($p = 0,7949$)	Não há correlação
Volume de água x Culicidae	$r_s = -0,2123$ ($p = 0,1884$)	Não há correlação
Volume de água x Chironominae	$r_s = -0,0102$ ($p = 0,9503$)	Não há correlação
Volume de água x Tanypodinae	$r_s = -0,1167$ ($p = 0,4734$)	Não há correlação
Volume de água x Orthoclaadiinae	$r_s = 0,1549$ ($p = 0,3398$)	Não há correlação

Comparação entre as duas espécies de bromélias, relativa às abundâncias de Odonata, Culicidae e Chironomidae

A bromélia *V. friburgensis* apresentou quantidades de imaturos de Coenagrionidae significativamente superiores às da bromélia *A. lindenii*.

$Z = 2,15$; $p < 0,05$

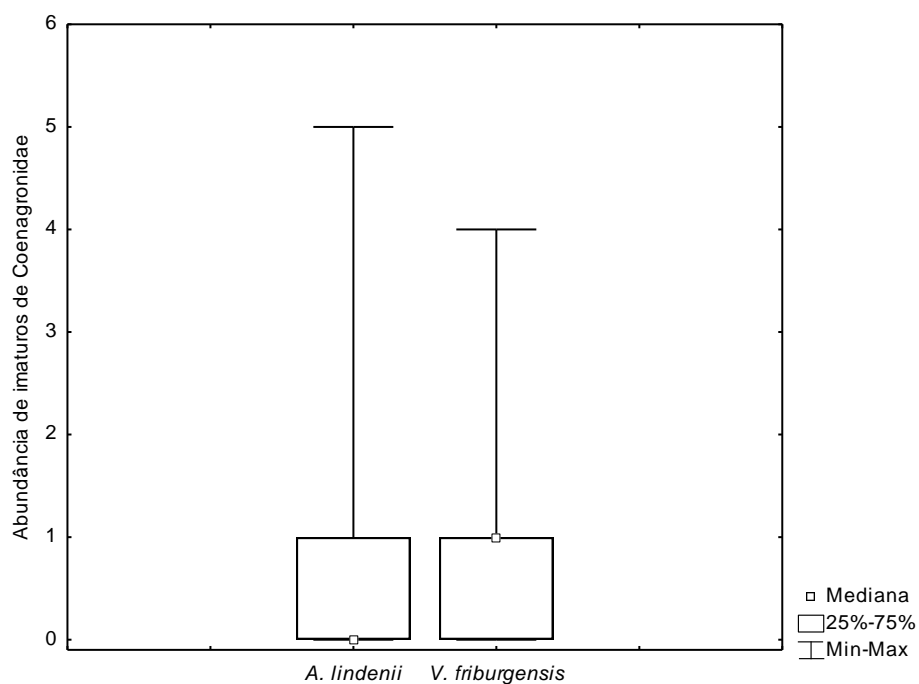


Fig. 4. Abundâncias de imaturos de Coenagrionidae capturados em duas espécies de bromélias em área de restinga arbórea na Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil

As duas espécies de bromélias não apresentaram diferenças significativas nas quantidades de imaturos de Culicidae capturados.

$Z = 0,20$; $p > 0,05$

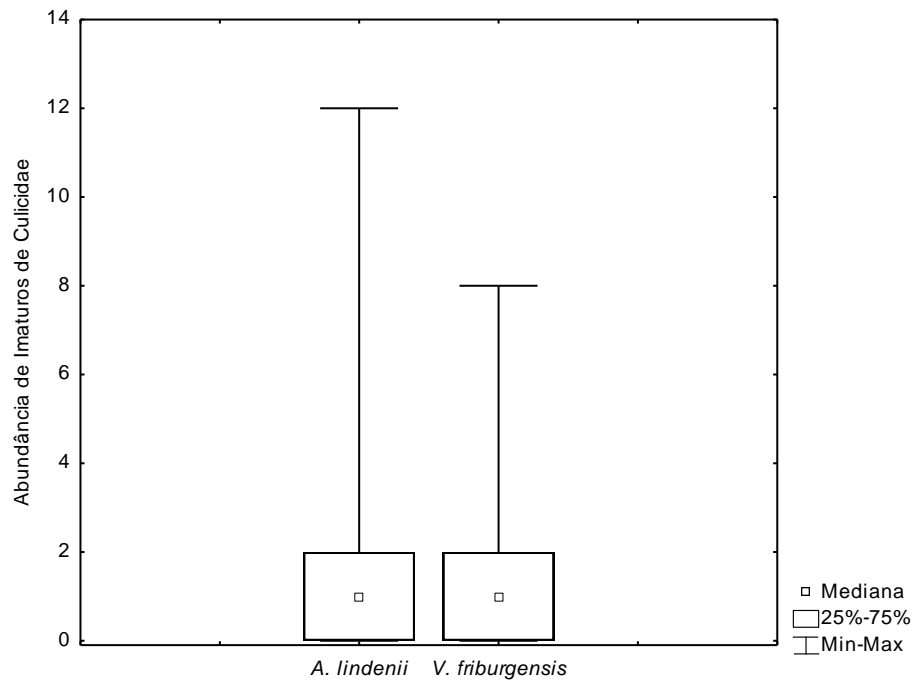


Fig. 5. Abundâncias de imaturos de Culicidae capturados em duas espécies de bromélias em área de restinga arbórea na Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil

As duas espécies de bromélias não apresentaram diferenças significativas nas quantidades de imaturos de Chironomidae capturados.

$Z = 0,26$; $p > 0,05$

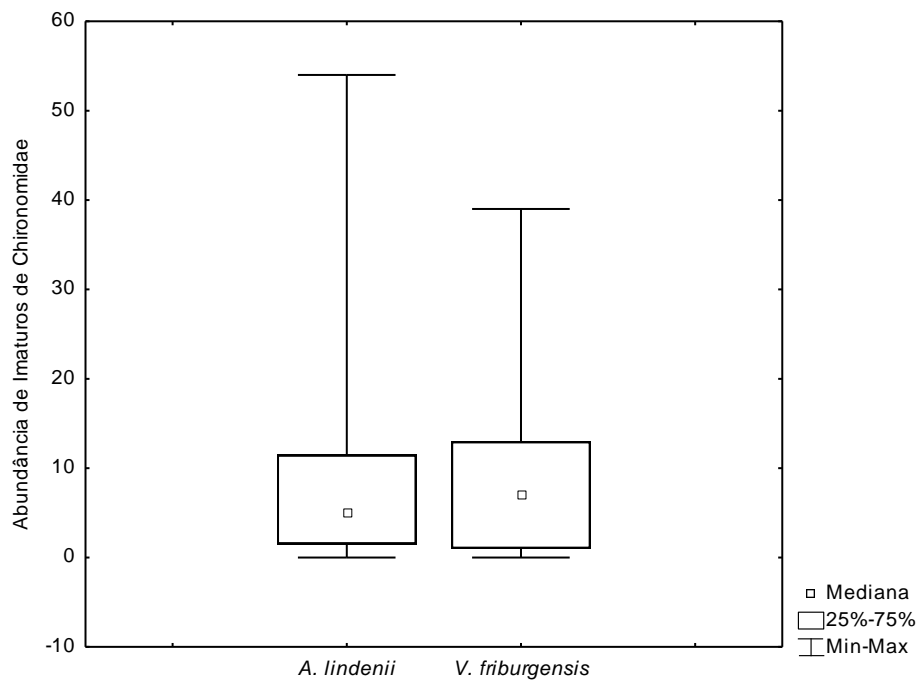


Fig. 6. Abundâncias de imaturos de Chironomidae capturados em duas espécies de bromélias em área de restinga arbórea na Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil

Discussão

Fisicamente, tanto *Vriesea friburgensis* como *Aechmea lindenii* apresentaram, de acordo com o teste estatístico utilizado, uma proporcionalidade entre seus tamanhos, quantidades de folhas e a capacidade de reterem água em suas axilas foliares. A correlação foi mais expressiva em *Aechmea lindenii* do que em *Vriesea friburgensis* (Quadros 3 e 4). Uma hipótese para este resultado seria que as folhas mais tenras de *A. lindenii*, sua silhueta mais fechada e o volume único de água que esta bromélia abriga talvez dificultem a evaporação – em contraste com as folhas mais finas e horizontais em relação ao solo de *V. friburgensis*, que deixam os pequenos volumes de água, retidos em cada axila foliar, mais expostos à evaporação.

Em *Vriesea friburgensis*, entre os cinco grupos de insetos (Coenagrionidae, Culicidae, Chironominae, Tanypodinae e Orthocladiinae), apenas as abundâncias dos dois primeiros foram relacionadas positivamente aos maiores volumes de água do fitotelmata. Segundo Forattini (2002), a fauna de invertebrados associada a bromélias é proporcional ao volume de água nelas contida. Isso se dá pelo aumento do hábitat e da disponibilidade de recursos alimentares (FRANK 1983). Em *Aechmea lindenii*, a ausência de correlação apontada entre as abundâncias dos cinco grupos de insetos e os volumes de água do fitotelmata, talvez demonstre que as afirmações acima são verdadeiras em certas condições, para certas espécies de bromélias ou para certos grupos da fauna associada. Em *V. friburgensis*, os resultados para as três subfamílias de Chironomidae reforçam esta suposição.

A correlação apontada entre as abundâncias de imaturos de Coenagrionidae e maiores volumes de água em *V. friburgensis*, pode ser resultado das condições de desenvolvimento propiciadas pela maior quantidade do recurso. A preferência de local para oviposição - resultante de seleção natural (FINCKE 1992) – também parece determinante para os resultados obtidos. Populações naturalmente maiores, dispondo de condições de sobrevivência mais favoráveis, possivelmente formaram o perfil das ocorrências de Coenagrionidae em *V. friburgensis*.

Coenagrionidae possui náíades que transitam entre as folhas das bromélias, por serem hábeis escaladoras (CARVALHO & NESSIMIAN 1998; FURIERI 2004). Em um ambiente compartimentado, aumentam as chances de serem obtidas presas gastando-se menos energia, pois é possível evitar a competição sendo predador único no

compartimento. Os adultos de Coenagrionidae preferem locais para pouso mais acessíveis e menos expostos – como ocorre entre as múltiplas axilas de *V. friburgensis* (LOUNIBOS *et al.* 1987). Tais características da biologia de Coenagrionidae indicam a preferência do grupo por *V. friburgensis*. A comparação entre as abundâncias das náíades em *V. friburgensis* e *A. lindenii* confirma esta preferência. Apesar de terem sido encontrados mais imaturos de Coenagrionidae, em uma única planta, em *A. lindenii*, foi mais comum não haver náíades nesta espécie de bromélia do que não haver em *V. friburgensis*. Também foi mais comum haver mais de uma náíade em *V. friburgensis* do que em *A. lindenii*. Finalmente, os números absolutos apontaram mais de o dobro de náíades capturadas em *V. friburgensis* em relação a *A. lindenii*, notando que os volumes médios de água dos fitotelmatas foram muito próximos.

Em Culicidae, as populações tendem a aumentar quando aumentam os volumes de água retidos nas axilas foliares das bromélias (LOUNIBOS 1983; FRANK 1983; FISH 1983). Estatisticamente, isto foi positivamente apontado para *V. friburgensis* e não para *A. lindenii*, o que talvez seja explicado pela competição intensa que ocorre nas comunidades residentes na segunda espécie de bromélia. O padrão de tanque central parece contribuir na formação de comunidades faunísticas mais homogêneas, com regulação da teia alimentar influenciada pela competição e predação. No padrão de múltiplos tanques, comunidades distintas coexistem na mesma planta, tendendo a conferir heterogeneidade à comunidade total. Estudos complementares, com identificações em nível específico podem avaliar estas suposições.

Larvas mais frágeis e suscetíveis de culicídeos preferem fitotelmatas compartimentados (MÜLLER & MARCONDES, 2006). No estudo citado, mais de 90% dos imaturos de Culicidae encontrados em *V. friburgensis*, em área de restinga, foram do subgênero *Culex* (*Microculex*). Em *A. lindenii*, quase a metade dos imaturos de Culicidae, em área de restinga, foi do subgênero *Wyeomyia* (*Phoniomyia*) – sendo os imaturos deste grupo mais robustos do que os primeiros. O ambiente menos competitivo do fitotelmata de *V. friburgensis* pode oferecer melhor condição de sobrevivência às larvas de Culicidae de fenótipo mais frágil. Isto garantiria o aumento das populações destas larvas quando aumenta o volume de água, indicando regulação da população a partir da disponibilidade de recursos. Por outro lado, o maior volume de água não garantiu maiores populações de Culicidae em bromélia de tanque único – possivelmente demonstrando a influência de competição e predação neste meio. Müller & Marcondes também fizeram capturas em área de floresta e neste sítio nenhuma larva de mosquito

foi encontrada no fitotelmata de *A. lindenii* - demonstrando que vários fatores influenciam as populações de fitotelmata de bromélias.

A ausência de diferença significativa entre as abundâncias de imaturos de Culicidae, nas duas espécies de bromélias, pode ser causada pela diversidade. Enquanto o presente estudo apontou a presença de um gênero de Coenagrionidae no local, Müller e colaboradores (2010) encontraram pelo menos quatro gêneros (dez espécies) de Culicidae na mesma área e associados às mesmas espécies de bromélias. Mesmo havendo preferência dos culicídeos por uma ou outra espécie de bromélia como criadouro, imaturos da família ocorrem proporcionalmente em ambas. De qualquer maneira, a preferência de um grupo por certo criadouro somada a condições mais favoráveis de desenvolvimento dos imaturos, também aqui parece contribuir para o aumento das populações deste grupo.

Nas três subfamílias de Chironomidae não houve correlação do número de imaturos com o volume de água retido, em ambas as espécies de bromélias. Uma hipótese para este resultado seria a diluição dos recursos alimentares presentes nos fitotelmata. Quironomídeos imaturos alimentam-se de detritos, algas, partes mortas de plantas, macrófitas e invertebrados (BERG 1995). A concentração dos alimentos vegetais e unicelulares diminui com o aumento do volume de água do fitotelmata, possivelmente levando a declínio no sucesso do desenvolvimento larval e das suas populações.

Em números absolutos, as populações de larvas de Chironominae e Orthocladiinae foram maiores em *A. lindenii*, com Tanypodinae mais abundante em *V. friburgensis*. Neste caso, o sucesso das populações pode estar relacionado com a arquitetura foliar de cada bromélia. Para Chironominae, o fato observado durante o trabalho, das larvas estarem usualmente presentes nas bases das folhas mais externas de *A. lindenii*, provavelmente contribua para sua sobrevivência. Larvas de espécies de Orthocladiinae podem apresentar hábitos semi-terrestres, havendo preferência pelos ambientes mais distantes do tanque central de *A. lindenii* como criadouro. Com as folhas duras desta bromélia formando espaços muito estreitos em suas bases, é bloqueada a migração de predadores como náíades de Coenagrionidae ou larvas de Culicidae maiores (por exemplo, *Toxorhynchites spp.*). Assim, larvas pequenas, alimentando-se do material que pode chegar até estes pontos, dispõem de condições mais seguras de desenvolvimento. Já as larvas de Tanypodinae alimentam-se, entre outras coisas, de restos animais (HENRIQUES-OLIVEIRA *et al.*). Este hábito alimentar

requer ambientes com mais fauna, o que aumenta o risco de contato com predadores, possivelmente influenciando negativamente a sobrevivência destes imaturos.

A comparação entre as abundâncias de Chironomidae em *V. friburgensis* e *A. lindenii* não aponta diferença significativa, o que pode estar relacionado à diversidade do grupo – tal como suposto para Culicidae. Este resultado também pode estar relacionado ao número expressivo destes imaturos encontrados nas bromélias. Mesmo sendo predados, as populações de imaturos de quironomídeos quase não apresentaram números nulos nas amostras. No gráfico dos quartis é possível notar que um quarto das amostras, em ambas as espécies de bromélias, apresentaram mais de dez indivíduos – sendo 30 o valor máximo para *V. friburgensis* e 54 para *A. lindenii*. Tanto por ocuparem lugares de acesso restrito a organismos menores (*A. lindenii*), como por habitarem axilas foliares ausentes de predadores (*V. friburgensis*), as populações de larvas de quironomídeos parecem contar com meios para não serem completamente suprimidas. Outro recurso que pode impedir a predação, observado em Chironominae durante a triagem do material, foi a ocorrência destes imaturos em esconderijos formados por detritos. De qualquer maneira, a regulação das populações de Chironomidae pode ser em parte influenciada pela predação, mas a disponibilidade de recursos parece ser preponderante para esta regulação, nas duas espécies de bromélias.

Conclusões

- *Vriesea friburgensis* e *Aechmea lindenii* retêm mais água em seus fitotelmatas quanto maiores são as plantas.
- As arquiteturas foliares das bromélias são exploradas diferentemente por Coenagrionidae, Culicidae e Chironomidae.
- As três famílias de insetos desenvolvem-se em função do volume de água contido nos tanque foliares das bromélias – sendo Coenagrionidae e alguns Culicidae beneficiados por volumes maiores em *V. friburgensis*; Chironomidae pode ter preferência por volumes menores de água, em ambas as bromélias.
- Predação pode influenciar as abundâncias de Coenagrionidae, Culicidae e Chironomidae, especialmente em *A. lindenii*. Em ambas as espécies de bromélias a oferta de alimentos parece ser determinante para as abundâncias de imaturos das três famílias de insetos.
- Pela preferência de Coenagrionidae (*Leptagrion*) por *Vriesea friburgensis*, a conservação dos ambientes onde ocorre esta bromélia está associada à conservação de certas espécies do gênero de libélula que estão ou podem estar em risco de extinção.

Referências bibliográficas

BERG, H. B. 1995. The Chironomidae: biology and ecology of non-biting midges. Larval food and feeding behavior: p. 136-168. Chapman & Hall, London.

CARVALHO, A. L.; NESSIMIAN, J. L. 1998. Odonata do Estado do Rio de Janeiro, Brasil: hábitats e hábitos das larvas. Oecologia Brasiliensis. p. 3-28.

CORREA, R. R.; RAMALHO, G. R. 1956. Folia Clinica et Biologica (janeiro-junho).

DAVIES, D. A. L. & TOBIN, P. 1984. The dragonflies of the world: a systematic list of the extant species of Odonata. Vol. 1. Anisoptera. Rapid communications (Supplements). Ultretch: Societas Internacionalis Odonatologica, 3: p. ix + 127.

DAVIES, D. A. L. & TOBIN, P. 1985. The dragonflies of the world: a systematic list of the extant species of Odonata. Vol. 2. Anisoptera. Rapid communications (Supplements). Ultretch: Societas Internacionalis Odonatologica, 5: p. ix + 151.

FALKENBERG, D. B. 1999. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, Sul do Brasil. Insula, 28: p. 1-30.

FINCKE, O. M. 1992. Consequences of larval ecology for territoriality and reproductive success of a neotropical damselfly. Ecology, 73: p. 449-462.

FINCKE, O. M.; YANOVIK, S. P.; HANSCHU, R. D. 1997. Predation by odonates depresses mosquito abundance in water-filled tree holes in Panama. Oecologia, 112: p. 244-253.

FORATTINI, O. P. 1996. Culicidologia Médica, vol. 1. Edusp – Editora da Universidade de São Paulo.

FORATTINI, O. P. 2002. Culicidologia Médica. Edusp – Editora da Universidade de São Paulo.

FRANK, J. H. 1983. Bromeliad phytotelmata and their biota, especially mosquitoes. Phytotelmata: Terrestrial Plants as Host for Aquatic Insect Communities. p. 101-128.

FRANK, J. H.; LOUNIBOS L. P. 2009. Insects and allies associated with bromeliads: a review. Terrestrial Arthropod Revist. 1 (2): p. 125-153.

FURIERI, K. S. 2004. Fauna de libélulas bromelícolas: influência da agregação de bromélias no sucesso reprodutivo e aspectos do controle populacional de mosquitos. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Brasil.

GREENEY, H. F. 2001. The insects of plant-held waters: a review and bibliography. Journal of Tropical Ecology, 17: 241–260.

HENRIQUES-OLIVEIRA, A. L.; NESSIMIAN, J. L.; DORVILLÉ, L. F. M. 2003. Feeding habits of chironomid larvae (Insecta: Diptera) from a stream in the Floresta da Tijuca, Rio de Janeiro, Brazil. Brazilian Journal of Biology, 63 (2): p. 269-281.

HOLST, B. K.; LUTHER, H. E. 2004. Bromeliaceae (bromeliad family). Flowering plants of the Neotropics. Princeton University Press; Princeton, New Jersey, U.S.A. p. 418-421.

KITCHING, R. L. 2000. Food webs and container habitats: the natural history and ecology of phytotelmata. p. 301-340. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.

LOUNIBOS, L. P.; FRANK, J. H.; MACHADO-ALISSON, C. E.; OCANTO, P.; NAVARRO, J. C. 1987. Survival, development and predatory effects of mosquito larvae in Venezuelan phytotelmata. Journal of Tropical Ecology 3: p. 221-242.

LOUNIBOS L. P.; FRANK J. H.; MACHADO-ALLISON C. E.; NAVARRO J. C.; OCANTO P. 1987. Seasonality, abundance and invertebrate associates of *Leptagrion siqueirai* Santos in *Aechmea* bromeliads in Venezuelan rain forest (Zygoptera: Coenagrionidae). *Odonatologica*, 16: p.193–199.

LOUNIBOS L. P.; O'MEARA G. F.; NISHIMURA N.; ESCHER R. L. 2003. Interactions with native mosquito larvae regulate the production of *Aedes albopictus* from bromeliads in Florida. *Ecological Entomology*, 28: p.551–558.

LOZOVEI, A. L.; SILVA M. A. N. 1999. Análise comparativa entre métodos alternativo e convencional para amostras de mosquitos obtidos a partir de habitats fitotelmicos (Bromeliaceae) na Floresta Atlântica, Serra do Mar, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 64: p. 957-966.

MÜLLER, G. A.; MARCONDES, C. B. 2006. Bromeliad-associated mosquitoes from Atlantic forest in Santa Catarina Island, southern Brazil (Diptera, Culicidae), with new records for the State of Santa Catarina. *Iheringia série Zoologia*: p. 315–319.

MÜELLER, G. A.; MARCONDES, C. B. 2007. Immature mosquitoes (Diptera: Culicidae) on the bromeliad *Nidularium innocentii* in ombrophilous dense forest of Santa Catarina Island, Florianópolis, Santa Catarina State, southern Brazil. *Biotemas*, 20 (2): p. 27-31.

MÜLLER, G. A.; NAME, F. T.; PACHECO, F. C. L.; MARCONDES, C. B. 2010. Analysis of an alternative method for the study of bromeliad-associated fauna in plants with different foliar organization. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 82 (4): p. 903-906.

PADILLA, V. 1973. *Bromeliads*. New York, Crown Publishers Inc.

PINHO, L. C. 2008. Diptera. In: Guia on-line: Identificação de Larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. Froehlich, C. G. (org.). Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline>.

QUIROZ-MARTÍNEZ, H.; RODRÍGUEZ-CASTRO, V. A.; SOLÍS-ROJAS, C.; MALDONADO-BLANCO, M. A. 2005. Predatory capacity and prey selectivity of nymphs of the dragonfly *Pantala hymenea*. Journal of the American Mosquito Control Association, 21 (3): 328-330.

RAMBO, B. 1956. A Fisionomia do Rio Grande do Sul. 2ª ed., Livraria Selbach, Porto Alegre.

REITZ, R. 1983. Bromeliáceas e a malária-bromélia endêmica. Itajaí, Brasil: Herbário Barbosa Rodrigues.

REY, L. 1991. Parasitologia. Editora Guanabara Koogan S/A, Rio de Janeiro.

SANTOS, N. D. 1968. Descrição de *Leptagrion dadarnoi* SP. N. (Odonata, Coenagrionidae). Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro, 12 (2): p. 63-65.

SANTOS, N. D. 1979. Descrição de *Leptagrion bocainense* Santos, 1978 cenagrionídeo bromelícola (Odonata, Coenagrionidae). Anais da Sociedade de Entomologia do Brasil, 8: p. 167-173.

SCHERER, A.; MARASCHIN-SILVA, F.; BAPTISTA, L. R. M. 2005. Florística e estrutura do componente arbóreo de matas de restinga arenosa no Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil. Acta botanica brasileira, 19(4): p. 717-726.

SOUZA, L. O. I.; COSTA, J. M.; OLDRINI, B. B. 2007. Odonata. In: Guia on-line: Identificação de Larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. Froehlich, C. G. (org.). Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline>

TOKESHI, M. 1995. The Chironomidae. Biology and ecology of non-biting midges. Production ecology: p. 269-296. Chapman & Hall, London.

TRIVINHO-SIXTRINO, S. 2011. Chironomidae (Insecta, Diptera, Nematocera) do Estado de São Paulo, Sudeste do Brasil. Biota Neotropica, 11 (1a): p. 1-10.

VAREJÃO, J. B. M.; SANTOS, C. B.; REZENDE, H. R.; BEVILACQUA, L. C.; FALQUETO, A. 2005. Criadouros de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) em bromélias nativas na Cidade de Vitória, ES. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 38: p. 238–240.

WAECHTER, J. L. 1985. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. Comunicações do Museu de Ciências da PUC-RS, Série Botânica, 33: p. 49-68.

WILLIAMSON, E. B. 1917. Some species of *Leptagrion* with descriptions of a new genus and a new species (Odonata). Entomological News, 28: p. 241-255.